



ISSN 1978-0427

SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA

# PROSIDING

SOEBARDJO BROTOHARDJONO XIV

Surabaya, 04 Juli 2018

## Pengembangan Produk dan Energi Bersih

### REVIEWERS:

- Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
- Prof. Dr. Ir. Ali Alfway, Msc
- Prof. Dr. Ir. Soemargono, SU
- Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT
- Dr. Ir. Srie Muljani, MT

### SPEAKERS:

- Prof. Dr. Silvester Tursiloadi, M.Eng.  
*Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, LIPI*
- Prof. Bing-Joe Hwang, Ph.D  
*National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan*
- Didik Sasono Setyadi, S.H., M.H.  
*Kepala Divisi Formalitas SKK MIGAS*

# DAFTAR ISI

## RUANG A

| No.  | Nama  | Judul   | Institusi   |
|------|---|---|---|
| A.1  | Mochammad Rojil Ghufron,<br>Dimas Dwi Utomo, Wahyu<br>Imroni, Warju       | Pengaruh <i>Diesel Particulate Trap</i> (DPT)<br>Berbahan Dasar <i>Wiremesh Stainless Steel</i><br>Terhadap Reduksi Tingkat Kebisingan ( <i>Noise</i><br><i>Level</i> ) Pada Isuzu Phanter Tahun 1997 | Universitas Negeri<br>Surabaya                              |
| A.2  | Ika Yuni Rachmati, Putri<br>Lilia Rosa, Susianto                          | Efek Temperatur Dan Sodium Hidroksida Pada<br>Pemisahan Bitumen Dari Absuton<br>Menggunakan Media Air Panas   | Institut Teknologi Sepuluh<br>Nopember                      |
| A.3  | Thia Sari Gloria Wurarah,<br>Viviana Dewi, Lanny S                        | Sintesis Nanosilika Dari <i>Black Liquor</i> Sekam<br>Padi Melalui Teknik Ramah Lingkungan  | Universitas Surabaya  |
| A.4  | Maja Pranata M, Riza<br>Alviany, Firman K,<br>A. Roesyadi                 | Produksi Katalis $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dengan Promotor Cr-<br>Co Menggunakan Metode Impregnasi   | Institut Teknologi Sepuluh<br>Nopember                      |
| A.5  | Noor Amalia Chusna,<br>Maryono  | Potensi Pemanfaatan Timbulan Gas Metana Di<br>TPA Bandengan Kabupaten Jepara Sebagai<br>Peluang Produksi Energi   | Universitas Diponegoro                                      |
| A.6  | Nurullafina S, Azka Afiza,<br>Eldira Nindri Wena,<br>Susianto, Ali Altway | Pirolisis Katalitik Asbuton Menjadi Bahan<br>Bakar Cair Dengan Katalis Zeolite  | Institut Teknologi Sepuluh<br>Nopember                      |
| A.7  | Destrian H, Putu Ayu W P,<br>Ignatius G, Firman K,<br>A. Roesyadi         | Produksi Biofuel Menggunakan Katalis Ni-<br>Fe/HSZM-5 Dari Minyak Kelapa  | Institut Teknologi Sepuluh<br>Nopember                      |
| A.8  | Sri Redjeki, Jayati Putri<br>utami, Ninik Sugatri                         | Produksi Mesopori Silika Dari Batuan Piropilit<br>Melalui Proses Pembentukan Natrium Silikat  | Universitas Pembangunan<br>Nasional "Veteran" Jawa<br>Timur |
| A.9  | Kindriari N W, Evireza Putri<br>A, Moch Taufiq, Lucky<br>Indrati U.       | Pembuatan Biobriket Dari Campuran Batubara<br>Dan Arang Tempurung Kelapa Dengan<br>Perekat Lignin Kayu Meranti  | Universitas Pembangunan<br>Nasional "Veteran" Jawa<br>Timur |
| A.10 | Renanto , Robbi Utomo ,<br>Alghifari Rifliansyah , Rizal<br>Arifin        | Penggunaan Metoda Perancangan Pinch Pada<br>Berbagai Operasi Dalam Industri Kimia   | Institut Teknologi Sepuluh<br>Nopember                      |



## RUANG B

|      |   |   |  |
|------|---|---|--|
| B.1  | Rizal Syamharis, Mulyadi, Prantasi Harmi Tjahjanti            | Prediksi Retak Pada Model Rangka Sepeda Roda Tiga Untuk Pasien Pasca <i>Stroke</i> Dengan Konsep <i>Tadpole</i>     | Universitas Muhammadiyah Sidoarjo                                |
| B.2  | Rizki Firmansyah Setya Budi, Wiku Lulus Widodo                | Pengaruh Waktu Konstruksi Terhadap Biaya Pokok Produksi Listrik Pusat Listrik Tenaga Nuklir                         | Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir - Badan Tenaga Nuklir Nasional |
| B.3  | Rahmat G S, Prantasi Harmi Tjahjanti                          | Analisis Perbandingan <i>Shaft</i> Pompa Sentrifugal Tipe VCN 150 Dengan Tipe VCL 140                               | Universitas Muhammadiyah Sidoarjo                                |
| B.4  | Octya Celline, Febriana Intan, Jessy Liliani, Yuana E Agustin | Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Selulosa Bakteri Dengan Penambahan Kitosan Untuk Aplikasi Medis                 | Universitas Surabaya   |
| B.5  | Syamsul Arif, Prantasi Harmi Tjahjanti                        | Analisa Uji Impak, Tekan, dan audiensi pada box speaker dengan komposisi 75% LMTJ+24% Reesin Poliester + 1% Katalis | Universitas Muhammadiyah Sidoarjo                                |
| B.6  | Faldy Alfian, Prantasi Harmi Tjahjanti                        | Analisa Uji Mekanik Pada <i>Box Speaker</i> Komposisi 60% LMTJ+1% Lem PVC+39% (50% Kanji + 50% Urea)                | Universitas Muhammadiyah Sidoarjo                                |
| B.7  | Dwi Hery A, Sani, Anis Z Sabichi, Maya M S                    | Pembuatan Kalsium Silikat Dari Cangkang Telur Dan Abu Bagasse   | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur            |
| B.8  | Siswanto M, Nurul W T   | Aplikasi Vacum Evaporator Pada Pembuatan Minuman Jahe Merah Instan Menggunakan Kristalizer Putar                    | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur            |
| B.9  | Sony Agung Nugroho, Prantasi Harmi Tjahjanti                  | Rancang Bangun Lengan Ayun Dan Transmisi Tambahan Untuk Motor Disabilitas   | Universitas Muhammadiyah Sidoarjo                                |
| B.10 | Srie Muljani, Nove Kartika Erliyanti                          | Adsorben dari Limbah Industri Keramik untuk Penjernihan CPO   | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur            |

## RUANG C

| No. | Nama  | Judul  | Institusi   |
|-----|---|--|---|
| C.1 | Supriati Khotijatul Qubro,<br>Mariyatul Kiftiyah,<br>Trilaksono                 | Sintesis Selulosa Asetat Berbahan Dasar Pulp Ampas Tebu Dengan Modifikasi Rasio Komposisi Ampas Tebu Dengan Natrium Hidroksida         | Universitas Jember                                    |
| C.2 | Ida Ayu Oka Suwati S  | Analisis Kinerja Lingkungan Jalan Di Sekitar Perusahaan Pengolah Dan Pemurnian Tembaga Di Kecamatan Maluk, Kabupaten Sumbawa Barat     | Universitas Mataram                                   |
| C.3 | Albert G K, Andreas L,<br>Cynthia E, Hadiatni R P,<br>Lieke R                   | Studi Termodinamika Pada Adsorpsi Direct Red 31 Dengan Adsorben <i>Modified Rice Husk</i>  | Universitas Surabaya                                  |
| C.4 | Dwi Ima Hikmawati   | Preparasi Serbuk Guguran Daun Jati ( <i>Tectona Grandis</i> ) Kering Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Metilen Biru Dengan Sistem Batch | Universitas Pgrri Madiun                              |
| C.5 | Bambang W, Hana R, Penny P  | Minyak Atsiri Dari Daun Salam Dengan Proses Penyulingan Uap Dan Air  | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur |
| C.6 | Ketut Sumada, L Urip Widodo   | Pupuk Cair Biosilika-Plus Berbahan Baku Limbah Abu Bagasse   | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur |
| C.7 | Dinar Ismilla Putri, Indah Nur Laila, Titi Susilowati                           | Pengaruh Penambahan Kaporit Dan PAC Terhadap Sifat Fisika Dan Kimia Air Sanitasi Di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban             | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur |
| C.8 | Tuani L Simangunsong,<br>Yunus Fransiscus, Elieser Tarigan, Fitri D Kartikasari | Kajian Pengelolaan Sampah Fakultas Farmasi Dalam Mendukung Program Green Campus Universitas SURABAYA                                   | Universitas Surabaya                                  |

## RUANG D

| No.  | Nama  | Judul   | Institusi   |
|------|---|---|---|
| D.1  | M Rifqi Aqil Y, Karrisa G R, Gilang A S, Muhammad Fikri K, Ali Altway, Siti Nurkhamidah         | Pemodelan Dan Simulasi Stripping Gas Karbondioksida (CO <sub>2</sub> ) Dari Methylidiethanolamine (MDEA) Berpromotor Dalam Kolom Berpacking   | Institut Teknologi Sepuluh Nopember                   |
| D.2  | Embun Rachma Haqiqi   | Analisis FTIR ( <i>Fourier Transform Infra Red</i> ) Limbah Cangkang Telur Ayam Dikombinasi Biomassa Sekam Padi Setelah Adsorpsi Larutan Zat Warna Metil Orange : Variasi Ukuran Sekam Padi | Universitas PGRI Madiun                               |
| D.3  | Erlinda Ningsih, Achmad C Ni'am, Yustia Wulandari Mirzayanti, Pipit Febrianita, Wanvia Vangesti | Konversi FFA Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Kapuk ( <i>Ceiba Pentandra</i> ) Menggunakan Katalis Ca/Hydrotalcite   | Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya                 |
| D.4  | Ufafa Anggarini, Rosa Dwi Sasala Putri, Anni Rahmat   | Aktivasi Kimia Karbon Sabut Siwalan ( <i>Borassus Flabellifer</i> ) Dengan Perbandingan Aktivator KOH, NaOH Dan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>  | Universitas Internasional Semen Indonesia             |
| D.5  | Bambang Ismuyanto   | Zeolit Alam Diaktivasi Senyawa Alkali   | Universitas Brawijaya Malang                          |
| D.6  | Yatim Lailun Ni'mah, Arlita Sandya Styah W, Harmami   | Studi Konduktivitas Solid Polymer Electrolyte (SPE) PEO (Poly Ethylene Oxide)-LiClO <sub>4</sub> (Lithium Perchlorate) Dengan Fly Ash Dari PT. Tjiwi Kimia Sidoarjo                         | Institut Teknologi Sepuluh Nopember                   |
| D.7  | Caecilia Pujiastuti, Yustina Ngatilah, Ketut Sumada, Dinar Ismilla, Indah Nurlaila              | Removal Impurities Ion Ca, Mg, K Dan SO <sub>4</sub> Pada Larutan Garam Dengan Metode Pertukaran Ion Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Produk Garam   | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur |
| D.8  | Dinar Ismilla Putri, Indah Nur Laila  | Peningkatan Kualitas Garam Rakyat Menjadi Garam Industri Menggunakan Metode Pertukaran Ion  | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur |
| D.9  | Retno Dewati, Suprihatin, Ketut Sumada  | Pengaruh Tinggi Unggun Diam Pada Proses Presipitasi Larutan Natrium Silika Dengan Gas Karbon Dioksida   | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur |
| D.10 | Arlini Dyah Radityaningrum, Maritha Nilam Kusuma  | Kinerja Tanaman Scirpus Pada Horizontal Constructed Wetland Dalam Menurunkan Tss, Bod, Eschericia Coliform Dari Lumpur Tinja  | Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya                 |
| D.11 | Edi Mulyadi, Nurul Widji Triana   | Kristalisasi Gula Semut Berbasis Glukose  | Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur |





## STUDI TERMODINAMIKA PADA ADSORPSI DIRECT RED 31 DENGAN ADSORBEN *MODIFIED RICE HUSK*

Albert G. Kwenusland , Andreas Lasakar, Cynthia Effendi, Hadiatni R. Priyantini, dan Lieke Riadi.

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Surabaya

Jalan Raya Kalirungkut 60293, Surabaya

E-mail: [s160214019@student.ubaya.ac.id](mailto:s160214019@student.ubaya.ac.id); [rita\\_priyantini@staff.ubaya.ac.id](mailto:rita_priyantini@staff.ubaya.ac.id)

### Abstrak

Dalam percobaan ini dilakukan adsorpsi zat warna *Direct Red-31* dengan menggunakan adsorben biosilika dari abu sekam padi. Zat warna *Direct Red-31* merupakan pewarna golongan azo, dimana pewarna golongan azo sering digunakan dalam industri tekstil. Abu sekam padi dipilih sebagai adsorben karena di Indonesia terdapat sekam padi yang melimpah sehingga mudah didapatkan. Percobaan dilakukan secara *batch* dengan menggunakan konsentrasi awal zat warna 20 ppm dengan massa adsorben (abu sekam padi) 10 gr/l. Percobaan dilakukan dengan menggunakan variasi pH yakni pH 2, pH 3, pH 4, pH 5, dan pH 6, variasi garam yakni NaCl, NaNO<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk kisaran 0,1 M – 1 M, dan variasi temperatur yakni 35°C, 40°C, 45°C, 50°C, dan 55°C. Dari hasil penelitian, pH optimum pada proses adsorpsi yaitu pada pH 2 dimana didapatkan nilai %removal sebesar 83,949%. Pada uji proses adsorpsi dengan penambahan garam Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan meningkatkan %removal menjadi 87,714%. Kemudian dari hasil analisa efek temperatur didapatkan nilai energi gibbs percobaan  $\Delta G$  positif yang menandakan proses adsorpsi berlangsung secara tidak spontan, serta nilai entalpi ( $\Delta H$ ) dan entropi ( $\Delta S$ ) sebesar 11,8 kJ/mol dan 0,03101 kJ/mol yang menandakan adsorpsi terjadi secara adsorpsi fisik dan bersifat endotermis serta mengalami perubahan struktur pada permukaan adsorben.

**Kata kunci** : Direct Red-31, abu sekam padi, suhu, salinitas, pH

## ***THERMODYNAMICS STUDY FOR DIRECT RED 31 ADSORPTION USING MODIFIED RICE HUSK ADSORBENT***

Albert G. Kwenusland , Andreas Lasakar, Cynthia Effendi, Hadiatni R. Priyantini, dan Lieke Riadi.

Chemical Engineering Department, Universitas Surabaya

Jalan Raya Kalirungkut 60293, Surabaya

E-mail: [s160214019@student.ubaya.ac.id](mailto:s160214019@student.ubaya.ac.id); [rita\\_priyantini@staff.ubaya.ac.id](mailto:rita_priyantini@staff.ubaya.ac.id)

### Abstract

This research presents the adsorption of *Direct Red-31* dye with biosilica adsorbent from rice husk ash. *Direct Red-31* dye is an azo dye, which is often used in textile industry. Rice husk ash used as adsorbent, because of the abundant existence of rice husk in Indonesia and its easy to get. This research was conducted in batch process with initial dye concentration 20 ppm and adsorbent mass 10 gr/l. The research was performed with variable of pH (2, 3, 4, 5, and 6), variable of salt concentration (NaCl, NaNO<sub>3</sub>, and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) in the range 0.1 M – 1 M, and variable of temperature (35, 40, 45, 50, and 55°C). The optimum pH of the adsorption is at pH 2 with %removal 83,949%. The percentage of removal is increased to 87,714% with addition of Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> salt. Based on the study for temperature effect, it shows the positive value of  $\Delta G$  which indicates the non spontaneous adsorption, the enthalpy ( $\Delta H$ ) value is 11,8 kJ/mol indicates the adsorption was physical and endothermic. Entropy ( $\Delta S$ ) value is 0,03101 kJ/mol indicates structural changes on the surface of the adsorbent.

**Keywords** : *Direct Red-31*, rice husk ash, temperature, salinity, pH



## 1. PENDAHULUAN

Teknik adsorpsi cukup populer karena kesederhanaannya serta memiliki beragam jenis adsorben dan terbukti menjadi proses yang efektif dan menarik untuk menghilangkan polutan (zat warna, ion logam berat, dan lain-lain) pada limbah air (Zhao, B., *et al.* 2013). Dalam beberapa tahun terakhir bahan agrikultur dipertimbangkan sebagai adsorben karena jumlahnya banyak, murah, dan kapasitas adsorpsi yang baik. Bahan agrikultur ini antara lain sekam padi, kulit kacang, bonggol jagung, dedak gandum, dan serbuk gergaji (Zhang, Y., *et al.* 2014).

Indonesia merupakan negara ketiga terbesar penghasil padi se-dunia dengan kapasitas 71,9 juta ton/tahun (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2016), dimana memiliki hasil samping penggilingan padi berupa sekam padi yang umumnya digunakan dalam pembuatan keramik, pembuatan batu bata, dan lain-lain. Sedangkan, pemanfaatan abu sekam padi sebagai biosorben jarang digunakan. Sekam padi yang akan digunakan sebagai biosorben pada umumnya harus di olah terlebih dahulu menggunakan asam untuk menghilangkan pengotor seperti lignin, selulosa, dan hemiselulosa (Zhang Y., *et al.* 2014) serta untuk meningkatkan nilai elektronegatif yang dapat menaikkan kapasitas biosorpsi (Jalil A., *et al.* 2012). Sekam padi mengandung lebih dari 60% silika, 10-40% karbon, dan beberapa mineral. Oleh sebab itu, sekam padi ini dapat langsung digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan pewarna dan ion logam (Lee, J.H., *et al.* 2017).

Adsorben dari limbah pertanian dapat digunakan sebagai media adsorpsi pada limbah zat berwarna. Limbah berwarna yang biasanya dikeluarkan dari tekstil, plastik, makanan, kulit, barang yang mengandung pewarna, dan industri pewarnaan. Industri tekstil merupakan penghasil effluent yang terkontaminasi pewarna terbesar (Lalnunhlimi, S., *et al.* 2015). Proses pewarnaan yang dilakukan oleh industri tekstil akan menghasilkan limbah zat warna sekitar 10-15% (Gajera H.P., *et al.* 2015). Penyusun zat warna merupakan golongan azo, dimana pewarna azo merupakan salah satu pewarna yang paling banyak digunakan pada sektor industri. Pada suatu pewarna dapat mengandung satu atau lebih golongan azo (-N=N-) yang susah untuk dipecah dan akan terkumpul pada lingkungan dengan ketahanan dan konsentrasi yang tinggi (Lalnunhlimi, S., *et al.* 2015).

Keberadaan sekam padi sebagai biosorben belum banyak digunakan, sedangkan jumlahnya melimpah. Oleh sebab itu penelitian yang lebih mendalam mengenai pemanfaatan biosorben dari sekam padi ini dalam proses biosorpsi zat warna diperlukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung *gibbs free energy*, perubahan *entropy*, dan perubahan *enthalpy* pada proses adsorpsi dengan parameter suhu dan menganalisa hasil perhitungan untuk menentukan adsorpsi fisika atau kimia, menghitung dan menganalisa proses *removal* zat warna *direct red-31* dengan parameter kadar salinitas di dalam zat warna limbah tekstil, dan menghitung dan menganalisa proses *removal* zat warna dengan parameter pH (2 – 6) di dalam zat warna limbah tekstil.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi perkembangan inovasi terhadap penggunaan bioadsorben yang mudah ditemukan dan memiliki nilai ekonomi yang *low-cost*. Dari penelitian sebelumnya model adsorpsi ini mengikuti model Langmuir (Tedjakusuma, R., dan Amanda, E., 2017).

## 2. ADSORPSI

Jumlah zat warna yang terserap dalam adsorben ( $C_{\mu eq}$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan

$$C_{\mu eq} = (C_0 - C_{eq}) \frac{V}{m} \quad (1)$$

Dimana,  $C_{\mu eq}$  adalah jumlah zat warna yang teradsorb dalam adsorben (mg/g).  $C_0$  dan  $C_{eq}$  (mg/L) adalah konsentrasi zat warna mula-mula dan konsentrasi zat warna saat kesetimbangan.  $V$  adalah volume larutan zat warna (mL) dan  $m$  adalah massa abu sekam padi (gram). Nilai persen *removal* diukur menggunakan persamaan:

$$\% \text{ Removal} = \frac{C_0 - C_{eq}}{C_0} \times 100 \quad (2)$$

Untuk menentukan efek termodinamika pada proses adsorpsi digunakan persamaan Van Hoff yang diturunkan dari persamaan Gibb's dan diperoleh persamaan:

$$\begin{aligned} \Delta G &= -RT \ln Kc \\ \Delta G &= \Delta H - \Delta S T \\ \ln Kc &= -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R} \end{aligned}$$

Dimana,  $\Delta G$  adalah perubahan energi bebas (kJ/mol),  $\Delta H$  adalah perubahan entalpi (kJ/mol),  $\Delta S$  adalah perubahan entropi (kJ/mol),  $R$  adalah konstanta gas universal (J/K.mol),  $T$  adalah suhu larutan (K), dan  $Kc$  adalah konstanta laju perpindahan massa (cm/menit)

## 3. BAHAN DAN METODE

### 3.1 Bahan

*Direct red-31* abu sekam padi,  $H_2C_2O_4$ ,  $NaOH$ ,  $HCl$ ,  $NaNO_3$ ,  $Na_2SO_4$ , dan  $NaCl$ .

### 3.2 Persiapan Bahan Baku Adsorben

Sekam padi mula-mula dicuci kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1,5 jam. Sekam padi



yang telah kering, di *treatment* menggunakan Asam Oksalat 1 N selama 1 jam pada suhu 100°C. Kemudian dibilas menggunakan air hingga pH netral lalu dioven pada suhu 105°C selama 2 jam. Setelah sekam padi mengering, maka siap dibakar pada *furnace* pada suhu 700°C selama 5 jam. Abu sekam padi diayak pada ukuran 140-200 mesh, lalu disimpan dalam wadah tertutup.

### 3.3 Persiapan Larutan Zat Warna pada variasi pH

Zat Warna Direct Red-31 digunakan dalam penelitian ini. Larutan pada konsentrasi 20 ppm pada volume 200 mL.

### 3.4 Adsorpsi secara batch

Proses adsorpsi berlangsung secara batch untuk mengetahui efek dari berbagai parameter yang digunakan, seperti pH (pH 2 – 6), salinitas, dan suhu (35°C – 55°C). Pada proses penyerapan 200 mL zat warna dengan massa adsorben dan konsentrasi zat warna yang bervariasi, larutan ini juga diaduk pada kecepatan tetap yakni 100 rpm selama 4 jam pada suhu lingkungan. Setiap 10 menit, sample diambil menggunakan pipet, lalu *dicentrifuge* dengan kecepatan putar 12.000 rpm selama 120 detik. Sample yang telah terpisah dari adsorben diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Untuk menentukan pengaruh adsorpsi pada variasi pH digunakan 0,1 M HCl dan 0,1 M NaOH untuk mengatur nilai pH antara 2-6 pada 200 ml larutan.

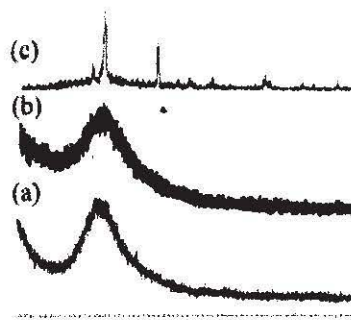
Untuk menentukan pengaruh adsorpsi pada penambahan salinitas digunakan garam Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl, dan NaNO<sub>3</sub> pada 200 ml larutan. Konsentrasi garam yang digunakan adalah 1 M yang didapatkan dari hasil terbaik dari parameter konsentrasi (0,5-1 M) dengan menggunakan garam Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, kemudian dengan menggunakan konsentrasi terbaik digunakan pada variasi garam Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl, dan NaNO<sub>3</sub>.

### 3.5 ANALISA

Analisa zat warna (*Direct Red-31*) dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis (merk) pada panjang gelombang 525 nm. Analisa XRD digunakan untuk mengetahui struktur kristalinitas sekam padi (*X'pert Pro PACAnalytical*, Netherland)

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

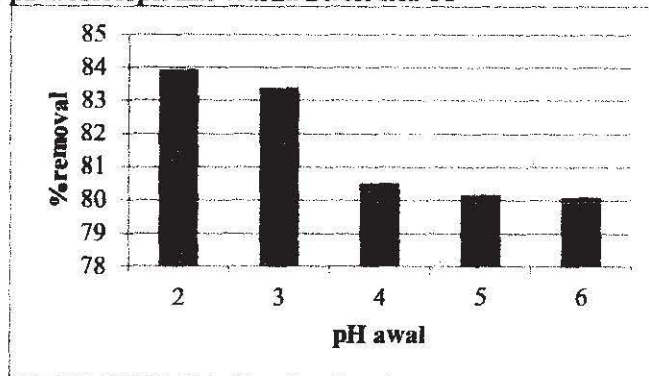
### 4.1 Analisa XRD abu sekam padi



Gambar 1. Difraktogram hasil analisa XRD abu sekam padi (a) struktur amorf pada suhu 700°C, (b) struktur amorf (Sapei, L., *et al*, 2015) (c) struktur kristalin (Saceda, F.J.J., *et al*, 2011)

Gambar 1 (a) menunjukkan bukti dengan intensitas maksimum pada 2-theta 21° yang menandakan bahwa struktur biosilika pada abu sekam padi adalah padatan amorf. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang terlihat pada Gambar 1 (b) dengan *treatment* awal sekam padi menggunakan 3M asam asetat pada suhu 750°C dan memiliki puncak landai pada kisaran 2-theta 22° yang memiliki struktur amorf (Sapei, L., *et al*, 2015). Struktur silika amorf akan mulai terjadi perubahan pada suhu 900°C (Bakar, R.A., *et al*, 2016) sehingga biosilika yang didapatkan pada abu sekam padi sesuai dengan teori yaitu berstruktur amorf. Pada Gambar 1 (c) menunjukkan silika berbentuk kristal yang ditunjukkan dengan puncak pada sudut 2-theta-20,9°, 21,9°, 26,6°, 31,4°, 36° (Saceda, F.J.J., *et al*, 2011).

#### 4.2 Pengaruh pH Awal pada Adsorpsi Zat Warna *Direct Red-31*



Gambar 2. Persen *removal* zat warna *direct red-31* oleh biosilika abu sekam padi untuk setiap pH awal

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin kecil pH larutan (asam) maka semakin besar nilai *%removal* zat warna yang didapat. Hal ini menunjukkan pada kondisi asam proses adsorpsi akan meningkatkan interaksi elektrostatik antara adsorben dengan zat warna *direct red-31*.

Ketika pH rendah ion  $H^+$  akan memasuki sisi aktif dari adsorben dan akan mengikat zat warna *direct red-31* yang merupakan zat warna anionik (memiliki muatan negatif pada permukaan zat warna), sehingga membuat ikatan elektrostatik terjadi pada permukaan adsorben dengan zat warna. Selain interaksi elektrostatik, terdapat ikatan hidrogen antara atom H pada  $Si(OH)_2$  dengan atom N pada zat warna *direct red-31*. Sebaliknya pada suasana basa, permukaan silika akan dikelilingi oleh banyak ion  $OH^-$  dan akan menjadi penghambat pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan ion  $OH^-$  dan atom N pada zat warna akan saling berkompetitif untuk berikatan dengan  $H^+$  pada  $Si(OH)_2$ , sehingga proses adsorpsi zat warna akan terhambat. (Fan, S., *et al*, 2016 ; Soltani, R.D.C. *et. al*, 2015).

#### 4.3 Pengaruh Temperatur Pada Adsorpsi Zat warna *Direct Red-31*

Dalam percobaan salinitas digunakan garam  $Na_2NO_3$ ,  $NaCl$  dan  $Na_2SO_4$  pada pH 2 dengan konsentrasi larutan 20 ppm dan massa adsorben 10 g/L. Percobaan diawali dengan penentuan konsentrasi yang akan digunakan dengan menggunakan garam  $Na_2SO_4$  pada konsentrasi 0,5; 0,7; 0,8; 0,9; dan 1 M.

Tabel 1. Persen *removal* zat warna *direct red-31* oleh biosilika abu sekam padi pada variasi konsentrasi  $Na_2SO_4$

| Konsentrasi | <i>%removal</i> |
|-------------|-----------------|
| 0,5M        | 85,50821        |
| 0,7M        | 85,83811        |
| 0,8M        | 86,2539         |
| 0,9M        | 86,42578        |
| 1M          | 87,7135         |

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh *%removal* terbaik adalah pada 1 M, dimana dengan semakin besar konsentrasi garam maka akan semakin besar juga *%removal* zat warna. Oleh sebab itu, pada penentuan efek salinitas pada garam  $NaCl$  dan  $Na_2NO_3$  digunakan konsentrasi 1 M. Pemilihan garam  $Na_2SO_4$  karena merupakan garam paling kuat sehingga dapat menjadi acuan bagi garam yang lain.



Tabel 2. Perbandingan persen *removal* zat warna *direct red-31* oleh biosilika abu sekam padi tanpa garam dan dengan garam

| Garam                           | % <i>removal</i> | $C_{\mu}$ (mg/g) |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| Tanpa garam                     | 83,949           | 1,795            |
| NaCl                            | 83,2301          | 1,8194           |
| NaNO <sub>3</sub>               | 84,051           | 1,82575          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 87,714           | 1,8383           |

Berdasarkan Tabel 2 kehadiran garam NaNO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> meningkatkan adsorpsi zat warna karena mampu menghilangkan zat warna dari 83,949% menjadi 84,051% dan 87,714%. Sehingga dengan adanya penambahan garam dapat meningkatkan %*removal* zat warna *direct red-31* yang disebabkan oleh meningkatnya dimerisasi antar zat warna *direct red-31* dalam larutan karena adanya gaya ion dipol dan ikatan dipol-dipol yang terjadi pada larutan zat warna dengan adsorben (Mahmoud, M.E., *et al*, 2016). Dimana dimerisasi pada zat warna *direct red-31* terjadi karena menurunnya kekuatan saling menolak dengan adanya penambahan ion positif yang berasal dari penambahan garam akibat ionisasi garam dalam larutan (Alberghina, G., *et al*, 2000).

#### 4.4 Pengaruh Temperatur Pada Adsorpsi Zat warna *Direct Red-31*

Analisa efek temperatur dilakukan pada temperatur 35°C, 40°C, 45°C, 50°C, dan 55°C.

Tabel 3. Data Kesetimbangan *Effect* Temperatur untuk adsorpsi zat warna *direct red-31* oleh biosilika abu sekam padi

| T (K)  | $C_0$ (ppm) | $C_{eq}$ (ppm) | $C_{\mu,eq}$ (ppm) |
|--------|-------------|----------------|--------------------|
| 308,15 | 21,231      | 4,1271         | 1,7104             |
| 313,15 | 22,379      | 4,1898         | 1,818              |
| 318,15 | 21,791      | 3,5602         | 1,823              |
| 323,15 | 21,808      | 3,5597         | 1,825              |
| 328,15 | 22,378      | 3,4906         | 1,888              |

Berdasarkan Tabel 3 dengan bertambahnya temperatur maka tidak akan mempengaruhi penyerapan adsorben. Dapat dilihat dari nilai  $C_{\mu,eq}$  yang tidak membentuk kecenderungan dan nilainya tidak terlalu jauh. Hal ini disebabkan dengan adanya peningkatan temperatur tidak akan mempengaruhi bentuk permukaan dari adsorben (solid), khususnya faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi seperti jumlah *active site*, luas permukaan bahan.

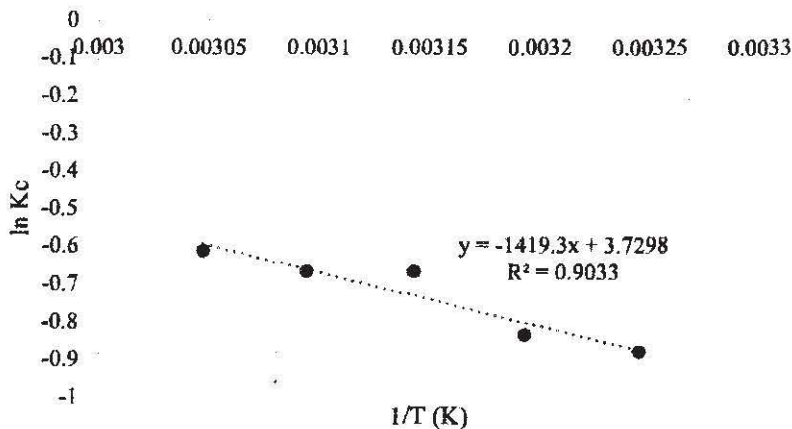
Tabel 4. Persen *removal* zat warna *direct red-31* oleh biosilika abu sekam padi pada variasi temperatur

| Temperatur (°C) | % <i>removal</i> |
|-----------------|------------------|
| 35              | 80,5609722       |
| 40              | 81,2779838       |
| 45              | 83,6620623       |
| 50              | 83,677091        |
| 55              | 84,4016445       |

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa dengan semakin tinggi temperatur maka %*removal* akan semakin tinggi. Untuk isoterm *nonlinear* semakin tinggi suhu pada saat adsorpsi maka akan meningkatkan difusivitas pada permukaan adsorben dan akan meningkatkan kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi zat warna (Do, D.D., 1998). Proses adsorpsi ini model kesetimbangan Langmuir adalah yang paling mendekati, dimana kesetimbangan Langmuir merupakan isoterm *nonlinear*. Sehingga didapatkan %*removal* terbaik pada temperatur 55°C.

Tabel 5. Data Efek Temperatur adsorpsi zat warna *direct red-31* oleh biosilika abu sekam padi

| T (K)  | 1/T      | ln Kc  |
|--------|----------|--------|
| 308,15 | 0,003245 | -0,881 |
| 313,15 | 0,003193 | -0,834 |
| 318,15 | 0,003143 | -0,669 |
| 323,15 | 0,003095 | -0,668 |
| 328,15 | 0,003047 | -0,614 |



Gambar 3. Kurva Efek Temperatur ( $1/T$  vs  $\ln Kc$ ) untuk zat warna *direct red-31* oleh biosilika abu sekam padi

Berdasarkan persamaan diatas diperoleh hasil :

Tabel 6. Parameter efek temperatur pada proses adsorpsi zat warna *direct red-31* oleh biosilika abu sekam padi

| Temperatur | $\Delta G$ (kJ/mol) | $\Delta H$ (kJ/mol) | $\Delta S$ (kJ/mol) |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 308,15     | 2,257               |                     |                     |
| 313,15     | 2,172               |                     |                     |
| 318,15     | 1,77                | 11,80006            | 0,03101             |
| 323,15     | 1,795               |                     |                     |
| 328,15     | 1,676               |                     |                     |

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh nilai  $\Delta G$  positif yang menandakan proses adsorpsi ini berjalan secara tidak spontan, hal ini disebabkan laju perpindahan massa yang sangat kecil. Laju perpindahan massa juga dipengaruhi oleh konsentrasi awal zat warna dan massa adsorben yang digunakan. Selain itu nilai  $\Delta G$  akan semakin menurun dengan adanya kenaikan temperatur sehingga proses adsorpsi ini lebih disukai dilakukan pada suhu tinggi (Fan, S., *et al*, 2016). Dari Gambar 5 didapatkan nilai *slope* sebesar -1419,3. Berdasarkan persamaan Gibb's nilai *slope* digunakan untuk mencari nilai  $\Delta H$  dari persamaan  $\text{slope} = -\frac{\Delta H}{R}$  sehingga didapatkan nilai  $\Delta H$  sebesar 11,8001 kJ/mol. Berdasarkan Humelnicu, I., *et al* (2017) nilai  $\Delta H$  termasuk dalam adsorpsi fisik berada pada range 2,1 – 20,9 kJ/mol yang menandakan reaksi berlangsung secara fisik sehingga dalam proses adsorpsi ini yang mempengaruhi adalah difusi zat warna kedalam adsorben, bukan reaksi kimia karena energi aktivasinya sangat kecil. Nilai  $\Delta H$  positif menandakan proses ini berjalan secara endotermis.





Nilai *intercept* digunakan untuk mencari nilai  $\Delta S$  dari persamaan  $intercept = \frac{\Delta S}{R}$  sehingga didapatkan nilai  $\Delta S$  sebesar 0,03101 kJ/mol. Berdasarkan Humelnicu, I., *et al* (2017) nilai  $\Delta S$  positif menunjukkan nilai keacakan dalam *interface solid-solution* dan ada perubahan struktural pada adsorbat dan adsorben. Dikarenakan proses adsorpsi berlangsung secara fisik menyebabkan bernilai  $\Delta S$  positif dan menunjukkan tidak terjadi adsorpsi secara kimia. Sebelum proses adsorpsi terjadi, jumlah ion-ion adsorbat di lapisan interfase lebih banyak dan teratur dibandingkan pada keadaan teradsorp (Konyucu, H., *et al*, 2014).

Kondisi terbaik adsorben pada kondisi operasi pH dan temperatur pada pH 2 dan temperatur 55°C didapatkan %*removal* sebesar 84,4%. Kehadiran garam pada proses adsorpsi yang tidak memberi pengaruh signifikan adalah garam NaCl (83,23 %*removal*) dan NaNO<sub>3</sub> (83,23 %*removal*) sedangkan NaSO<sub>4</sub> memberikan hasil yang signifikan sebesar 87,714%*removal*.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa pada analisa pH, diperoleh adsorpsi maksimum pada pH 2. Nilai persentase *removal* tertinggi tercapai sebesar 83,949%. Dari analisa salinitas, diperoleh adsorpsi maksimum dengan menggunakan garam Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1M %*removal* tertinggi tercapai sebesar 87,714% Nilai  $\Delta H$  bernilai 11,8001 kJ/mol yang menunjukkan adsorbsi fisik, Nilai  $\Delta G$  bernilai positif yang menunjukkan proses adsorpsi ini berjalan secara tidak spontan dan nilai  $\Delta S$  bernilai 0,03101 kJ/mol yang menunjukkan nilai keacakan dalam *interface solid-solution* dan ada perubahan struktural pada adsorbat dan adsorben.

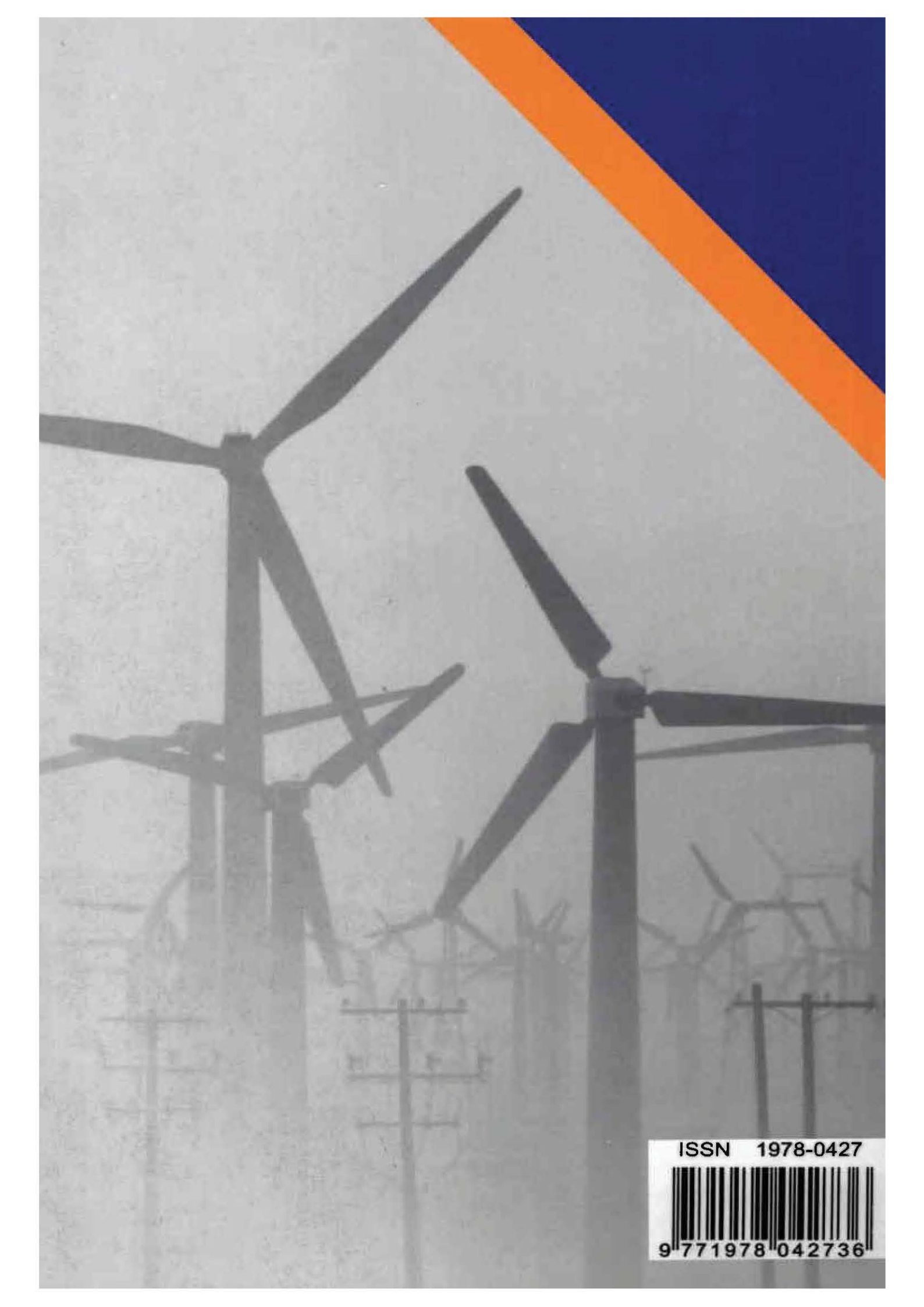
## DAFTAR PUSTAKA

- Alberghina, G., Bianchini, R., Fischera, M., and Fisichella, S. 2000. Dimerization of Cibacron of salts and temperature. *Dyes and Pigments*. 46. 129-137.
- Alvarez, J., Lopez, Ga., Amutio, M., Bilbao, J., dan Olazar, M. 2014. Upgrading the rice husk char obtained by flash pyrolysis for the production of amorphous silica and high quality activated carbon. *Bioresource Technology*. 170. 132-137.
- Do, D.D. 1988. Adsorption Analysis : Equilibria and Kinetics. *Imperial College Press*, London.
- Fan, S., Wang, Y., Wang, Z., Tang, J., Tang, J., dan Li, X. 2016. Removal of methylene blue from aqueous solution by sewage sludge-derived biochar: Adsorption kinetics, equilibrium, thermodynamics and mechanism. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 5. 601-611.
- Food and Agriculture Organization. 2016. Rice Market Monitor. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Rice/Images/RMM/RMM-Dec16\\_H.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Rice/Images/RMM/RMM-Dec16_H.pdf), diakses tanggal 6 Juni 2017
- Gajera, H.P., Bambharolia, R.P., Hirpara, G.D., Patel, S.V., Golakiya, B.A. 2015. Molecular identification and characterization of novel *Hypocrea koningii* associated with azo dyes decolorization and biodegradation of textile dye effluents. *Process Safety and Environmental Protection*. 98. 406-416.
- Humelnicu, I., Baiccanu, A., Ignat, M.E., dan Dulman, V. 2016. The removal of Basic Blue 41 textile dye from aqueous solution by adsorption onto natural zeolitic tuff: Kinetics and thermodynamics. *Process Safety and Environmental Protection*. 105. 274-287.
- Jalil, A.A., Triwahyono, S., Yakoob, M.R., Azmi, Z.Z.A., Sapawe, N., Kamarudin, N.H.N., Setiabudi, H.D., Jaafar, N.F., Sidik, S.M., Adam, S.H., Hameed, B.H. 2012. Utilization of bivalve shell-treated *Zea mays* L. (maize) husk leaf as a low-cost biosorbent for enhanced adsorption of malachite green. *Bioresource Technology*. 120. 218-244.
- Konyucu, H., Kul, A.R. 2014. An investigation of Cu(II) adsorption by native and activated bentonite : Kinetic, equilibrium and thermodynamic study. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2. 1722-1730.
- Lalmunhlimi, S., Krishnaswamy, V. 2015. Decolorization of azo dyes (Direct Blue 151 and Direct Red 31) by moderately alkaliphilic bacterial consortium. *Brazilian Journal of Microbiology*. 47. 39-46.
- Lee, J.H., Kwon, J.H., Lee, J.W., Lee, H.S., Chang, J.H., dan Sang, B.I. 2017. Preparation of high purity silica originated from rice husks by chemically removing metallic impurities. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 50. 79-85.
- Mahmoud, M.E., Nabil, G.M., El-Mallah, N.M., Bassiouny, H.L., Kumar, Sandeep., dan Abdel-Fattah, T.M. 2016. Kinetics, isotherm, and thermodynamics studies of the adsorption of reactive red 195 A dye from water by modified Switchgrass Biochar adsorbent. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 37. 156-167.
- Saceda, J.J.F., de Leon, R.L., Rintramee, K., Prayoonpokarach, S., dan Wittayakun, J. 2011. Properties of Silica from Rice Husk and Rice Husk Ash and Their Utilization for Zeolite Y Synthesis. *Quim Nova*. 34 (8). 1394-1397.



- 
- Sapei, L., Padmawijaya, K.S., Sutejo, A., dan Theresia, L. 2015. Karakterisasi Silika Sekam Padi dengan Variasi Temperatur *Leaching* Menggunakan Asam Asetat. *Jurnal Teknik kimia*. 9 (2). 38-43.
- Soltani, R.D.C., Khataee, A., dan Koolivand, A. 2015. Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic Studies for Removal of Direct Red 12B Using Nanostructured Biosilica Incorporated into Calcium Alginate Matrix. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. 34 (5). 1435-1443.
- Zhang, Y., Zheng, R., Zhao, J., Ma, F., Zhang, Y., Meng, Q. 2014. Characterization of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Treated Rice Husk Adsorbent and Adsorption of Copper(II) from Aqueous Solution". *BioMed Research International*. 2014. 1-8.
- Zhao, B., Shang, Y., Xiao, W., Dou, C., dan Han, R. 2013. Adsorption of Congo red from solution using cationic surfactant modified wheat straw in column model. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2. 40-45.





ISSN 1978-0427



9 771978 042736